

УДК 004.94:[355.582:621.396.9]

канд. техн. наук Телюков С. М. ORCID: 0000-0002-0067-8028 (ХНУПС ім. Івана Кожедуба)  
Дроль О. Ю. ORCID: 0000-0002-5472-208X (ХНУПС ім. Івана Кожедуба)  
канд. техн. наук Куценко В. В. ORCID: 0000-0002-4174-2145 (ДНДІ ВС ОБТ)  
доктор філософії Горбачов К. М. ORCID: 0000-0001-7931-1028 (НУОУ ім. Івана Черняхівського)

## ПРОСТОРОВО-ЧАСОВА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СВОЄЧАСНОЇ ПРОТИДІЇ ПРОТИВНИКУ СИЛАМИ І ЗАСОБАМИ СПОСТЕРЕЖНОГО ПОСТА ПІДРОЗДІЛУ ОХОРОНИ

*Досвід виконання бойових (службово-бойових) завдань різними складовими сектору безпеки та оборони у початковому періоді російсько-української війни вказує на необхідність надійної охорони та оборони військових частин (об'єктів), основою якої є планування та здійснення силами оперативного реагування заходів, що спрямовані на повну нейтралізацію або зменшення негативного впливу від дій диверсійних сил противника.*

*Для забезпечення якісного планування охорони та оборони об'єкта (об'єктів) військової частини командирам (начальникам) необхідно мати відповідний інструмент підтримки прийняття обґрунтованих рішень, а саме математичний (розрахунковий, аналітичний) апарат, що дасть можливість у визначених умовах спрогнозувати події, які можуть статись у разі нападу противника, та визначити дієві заходи щодо максимального збереження цілісності (босездатності) об'єктів, що охороняються.*

*У статті представлено просторово-часову модель визначення можливості своєчасної протидії противнику силами і засобами спостережного поста підрозділу охорони, що ґрунтується на вирішенні просторово-часової задачі та на відміну від існуючих враховує: вогневі можливості своїх сил та противника; маневрені можливості основних (чергових) сил підрозділу охорони; взаємне розміщення противника відносно спостережного поста і об'єктів охорони, а також основних (чергових) сил підрозділу охорони.*

*У подальшому запропонована в статті модель може бути використана як складова частина методики визначення раціонального складу сил та засобів охорони та оборони військових частин (об'єктів). Також даний інструмент може бути впроваджений у навчальний процес.*

**Ключові слова:** російсько-українська війна, охорона та оборона об'єктів, оперативне реагування, оцінювання результативності дій, елементи безпосередньої сили охорони, просторово-часова модель.

**S. Telyukov, O. Drol, V. Kutsenko, K. Horbachov** *A spatio-temporal model for determining the possibility of timely counteraction to the enemy by the forces and means of the observation post of a security unit.*

*The experience of carrying out combat (service-combat) tasks by various components of the security and defense sector in the initial period of the russian-Ukrainian war points to the need for reliable protection and defense of military units (objects), the basis of which is the planning and implementation by operative response forces of measures aimed at for complete neutralization or reduction of the negative impact from the actions of the enemy's subversive forces.*

*In order to ensure high-quality planning of the protection and defense of the object (objects) of the military unit, commanders (chiefs) need to have an appropriate tool to support informed decision-making, namely a mathematical (calculation, analytical) apparatus that will make it possible to predict events under certain conditions, which may occur in the event of an enemy attack and determine effective measures for maximum preservation of the integrity (combat capability) of the protected objects.*

*The article presents a spatio-temporal model for determining the possibility of timely countering the enemy with the forces and means of the observation post of the security unit, which is based on the solution of the spatio-temporal problem, and, unlike the existing ones, takes into account: the fire capabilities of the observation post and on-duty forces; maneuverability of the main (regular) forces of the security unit; mutual placement of the enemy in relation to the observation post and security facilities, as well as the main (on-duty) forces of the security unit.*

*In the future, the model proposed in the article can be used as an integral part of the methodology for determining the rational composition of forces and means of protection and defense of military units (objects). Also, this tool can be implemented in the educational process.*

**Keywords:** Russian-Ukrainian war, protection and defense of objects, operational response, evaluation of the effectiveness of actions, elements of direct protection force, spatio-temporal model.

**Постановка задачі в загальному вигляді.** Виграш в просторі і часі надає перевагу та успіх при виконанні бойового завдання. Безумовно, своєчасне виявлення противника в обґрунтовано визначеному районі пошуку та його стримування забезпечить оперативне реагування на дії противника основними (черговими) силами підрозділу охорони військової частини, з метою захисту об'єкта (об'єктів) охорони. Одним із основних елементів в системі

охорони об'єкта (об'єктів) військової частини, що забезпечує своєчасне виявлення противника, є спостережний пост (спостережні пости) підрозділу охорони цієї частини [1].

Відповідальність за організацію охорони військових об'єктів несуть начальники штабів військових частин (органів управління), командири підрозділів [1–5], яким необхідно знати, розуміти та володіти методиками оцінювання можливості своєчасної протидії противнику та в подальшому визначення оптимального складу сил та засобів охорони об'єкта (об'єктів) військової частини.

Відповідно до мети охорони об'єкта (об'єктів) військової частини необхідним чинником, що впливає на ефективність організації охорони, є своєчасність виконання запобіжних та оборонних (стримуючих) заходів, що передбачає обов'язкову наявність у складі сил та засобів охорони осіб і обладнання, які будуть забезпечувати реалізацію процесу своєчасного виявлення ознак імовірної протидії або диверсії з боку противника, а також вести оборонні (стримуючі) дії до прибуття чергових сил підрозділу охорони.

Тому, з метою підготовки надійної охорони та оборони об'єкта (об'єктів) військової частини командирам (начальникам) необхідно мати відповідний інструмент підтримки прийняття обґрунтованих рішень, а саме математичний (розрахунковий, аналітичний) апарат, що дасть можливість у визначених умовах спрогнозувати події, які можуть статись у разі нападу противника, та визначити заходи щодо нейтралізації або максимального нівелювання їхнього негативного впливу на об'єкт, що охороняється.

Таким чином, з урахуванням того, що спостережні пости є одними з основних елементів безпосередньої охорони військової частини, оцінювання їхніх можливостей щодо протидії противнику до прибуття чергових сил підрозділу охорони дозволить особам, які приймають рішення, якісно планувати та здійснювати охорону та оборону об'єкта (об'єктів) військової частини.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У Збройних силах України та безпосередньо в частинах і підрозділах Повітряних сил Збройних сил України (ПС ЗС України) охорона об'єктів організована й здійснюється на підставі вимог низки організаційно-керівних та методичних документів [1–9], але на сьогодні в них не врахований досвід виконання аналогічних завдань іншими військовими формуваннями у початковому періоді російсько-української війни, а також відсутні конкретні алгоритми вибору більш ефективних способів виконання завдань.

Так, наприклад, у організаційно-керівних вказівках щодо заходів охорони об'єктів військової частини (підрозділу) визначено лише загальну послідовність їх виконання [1–5].

Аналіз результатів наукових робіт, що присвячені дослідженням процесів підготовки і ведення охорони, пріоритетності (важливості) об'єктів, які підлягають охороні, а також визначенню необхідного кількісного складу сил і засобів для забезпечення охорони державних об'єктів [10–16], показав, що наявний науково-методичний апарат не може бути застосований для оцінювання можливостей (результативності) елементів безпосередньої охорони військових частин (об'єктів), так як в основному призначений для формувань більш високого рівня [15; 16], а також не враховує низки факторів, вплив яких, за досвідом російсько-української війни, може суттєво змінити хід виконання завдань [10–14].

Тобто, на тактичному рівні вирішення завдання забезпечення посадових осіб, які приймають рішення, відповідними математичними (розрахунковими, аналітичними) інструментом підтримки, є досить важливим та актуальним.

Таким чином, розробка просторово-часової моделі визначення можливості своєчасної протидії противнику силами і засобами спостережного поста підрозділу охорони є одним з важливих кроків до впровадження наукового підходу у процес підготовки і практичної реалізації заходів охорони об'єкта (об'єктів) військової частини, який може в подальшому забезпечити можливість оперативного реагування на дії противника в різних умовах обстановки.

**Метою статті** є оприлюднення результатів розробки просторово-часової моделі визначення можливості своєчасної протидії противнику силами і засобами спостережного поста підрозділу охорони.

**Виклад основного матеріалу.** Своєчасність виявлення загроз полягає у створенні таких умов пошуку та ідентифікації противника, які забезпечать оперативне реагування на них силами підрозділу охорони об'єкта (об'єктів), як чергових, так і основних.

Оперативне реагування основних (чергових) сил підрозділу охорони полягає у своєчасному виконанні дій щодо блокування, придушення або примушення відмовитись від подальших дій противника до того, як він буде мати можливість знищити або зруйнувати об'єкт охорони. При цьому, основними факторами, які впливатимуть на можливості їх виконання силами і засобами спостережного поста, основних або чергових сил підрозділу охорони будуть:

- характеристики району виконання завдань: умови спостереження (пора року, час доби, погода та інші чинники, що можуть впливати на виявлення противника), умови переміщення (стан та прохідність доріг, прохідність місцевості та інші чинники, що можуть впливати на швидкість руху);
- імовірне вихідне положення противника (місце його виявлення), характер та напрямки руху, а також його вогневі можливості (наприклад, максимальна дальність ведення вогню);
- призначене вихідне положення основних (чергових) сил підрозділу охорони, можлива середня швидкість руху їхніх транспортних засобів, дальність дії зброї;
- розташування, роль і місце спостережного поста в системі охорони об'єкта;
- розташування об'єкта охорони.

Один з найпростіших варіантів вихідної обстановки для проведення розрахунків наведений на рисунку 1.

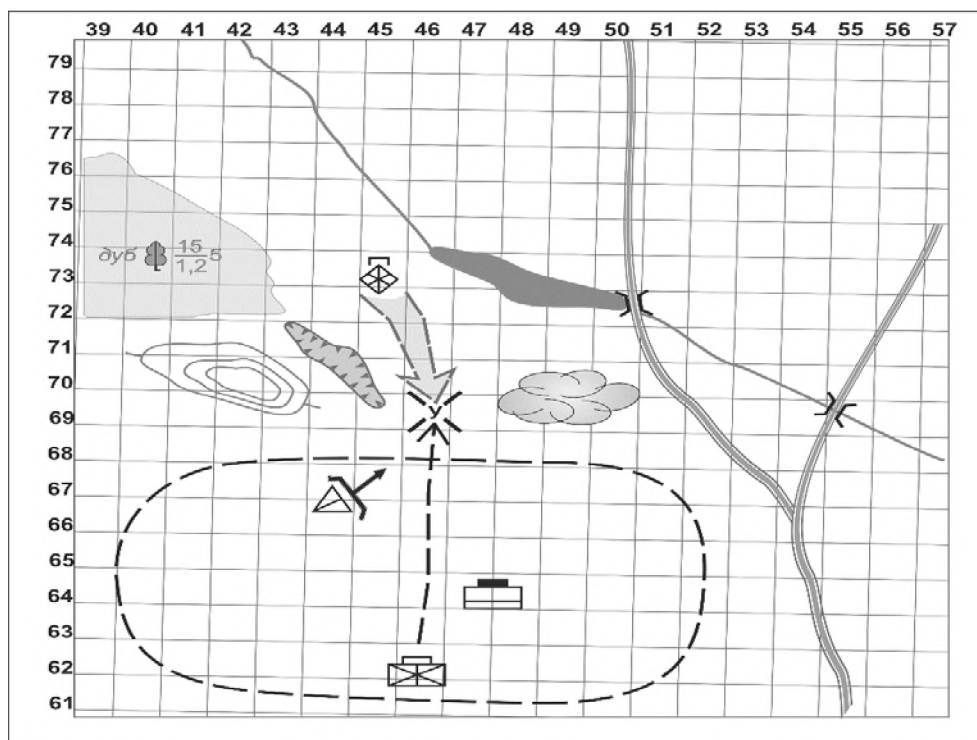


Рис. 1. Варіант схеми вихідної обстановки  
Джерело: розроблено авторами за даними [1; 17]






Визначення можливостей щодо протидії противнику може проводитись як відносно вихідного положення основних (чергових) сил підрозділу охорони, так і відносно спостережного поста, а в якості вихідних можуть розглядатись характеристики можливих об'єктів охорони (пункти управління, технічні засоби, об'єкти критичної інфраструктури

тощо), противника (диверсійно розвідувальна група або інші спеціально створені формування), своїх основних (чергових) сил (відділення, взвод, мобільна вогнева група тощо).

Умовні позначення, а також їхній можливий зміст, для графічного опису вихідних умов та процесу розрахунку можливостей протидії противнику основними (черговими) силами та силами спостережного поста підрозділу охорони наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Умовні позначення та їх зміст

Умовне позначення	Зміст умовного позначення
	Об'єкт охорони (об'єкт матеріально-технічного забезпечення)
	Спостережний пост
	Противник (диверсійно-розвідувальна група)
	Свої чергові сили (мобільна група)
	Рубіж атаки (відкриття вогню)

Джерело: розроблено авторами за даними [17]

Дані умови можуть бути представлені у вигляді прямокутної системи координат, яка відображена на рисунку 2, де:

$D_{ВПр0}$  – дальність виявлення противника відносно спостережного поста;

$\omega_{ВПр0}$  – азимут виявлення противника;

$X_{Пр0}$ ,  $Y_{Пр0}$  – прямокутні координати виявлення противника;

$V_{Пр}$  – імовірна швидкість руху противника;

$\beta_{Пр}$  – кут імовірного напрямку руху противника;

$R_j^{ЗрПр}$  – інформація про імовірну дальність дії зброї  $j$ -го виду противника;

$D_{Св0}$  – дальність до місця знаходження основних (чергових) сил відносно спостережного поста;

$V_{Св}$  – швидкість руху основних (чергових) сил підрозділу охорони до рубежу атаки противника;

$\varphi_{Св0}$  – азимут місця знаходження основних (чергових) сил;

$\alpha_{Св}$  – необхідний напрямок руху основних (чергових) сил підрозділу охорони на рубіж атаки противника;

$X_{Св0}$ ,  $Y_{Св0}$  – прямокутні координати місця знаходження основних (чергових) сил;

$R_i^{ЗрСв}$  – дальність дії зброї  $i$ -го типу основних (чергових) сил;

$R_i^{ЗрСП}$  – дальність дії зброї  $i$ -го типу спостережного поста зі складу підрозділу охорони;

$D_{Ох}$  – дальність до об'єкта охорони відносно спостережного поста;

$\lambda_{Ох}$  – азимут об'єкта охорони;

$X_{Ох}$ ,  $Y_{Ох}$  – координати об'єкта охорони.

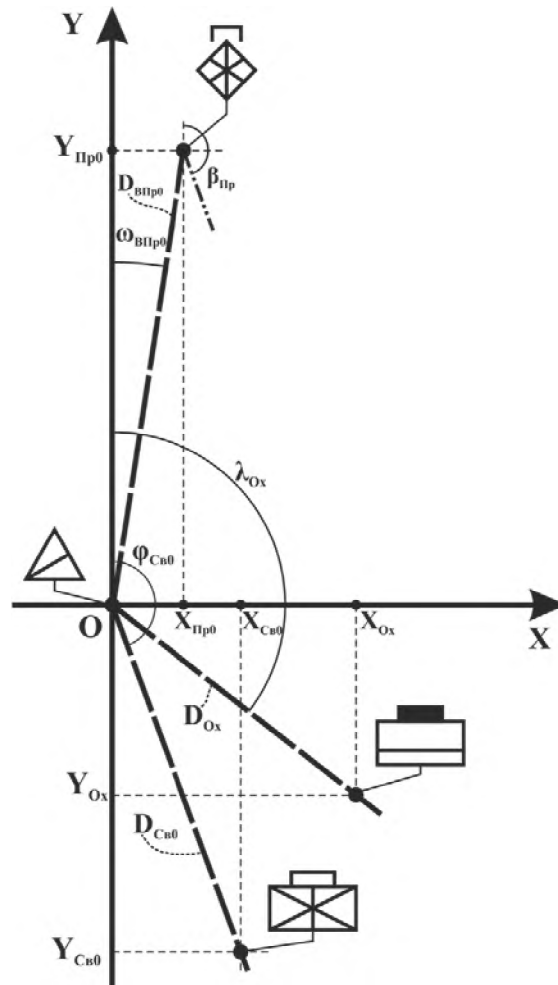


Рис. 2. Вихідні умови обстановки  
Джерело: розроблено авторами

Необхідно визначити:

$t_{РАСВ}$  – час для виходу на рубіж атаки противника основними (черговими) силами підрозділу охорони;

$L_{РАСВ}$  – відстань від місця знаходження основних (чергових) сил підрозділу охорони до рубежу атаки противника;

$D_{РАСВ}$  – дальність до рубежу атаки противника основними (черговими) силами відносно спостережного поста підрозділу охорони;

$X_{РАСВ}$ ,  $Y_{РАСВ}$  – прямокутні координати рубежу атаки противника основними (черговими) силами підрозділу охорони;

$D_{Р2}$  – дальність до імовірного місця зупинення противника відносно спостережного поста;

$X_{Р2}$ ,  $Y_{Р2}$  – координати місця можливої зупинки противника (рубіж № 2) основними (черговими) силами відносно спостережного поста підрозділу охорони;

$D_{Р1}$  – дальність до місця можливого зупинення противника (рубіж № 1) силами спостережного поста підрозділу охорони;

$X_{Р1}$ ,  $Y_{Р1}$  – координати місця можливої зупинки противника силами спостережного поста підрозділу охорони.

Для розуміння процесу проведення розрахунків на рисунку 3 представлена їхня схема в прямокутній системі координат, де:

$O$  – місце знаходження спостережного поста підрозділу охорони;

$E$  – імовірне вихідне положення противника;

$G$  – вихідне положення основних (чергових) сил підрозділу охорони;

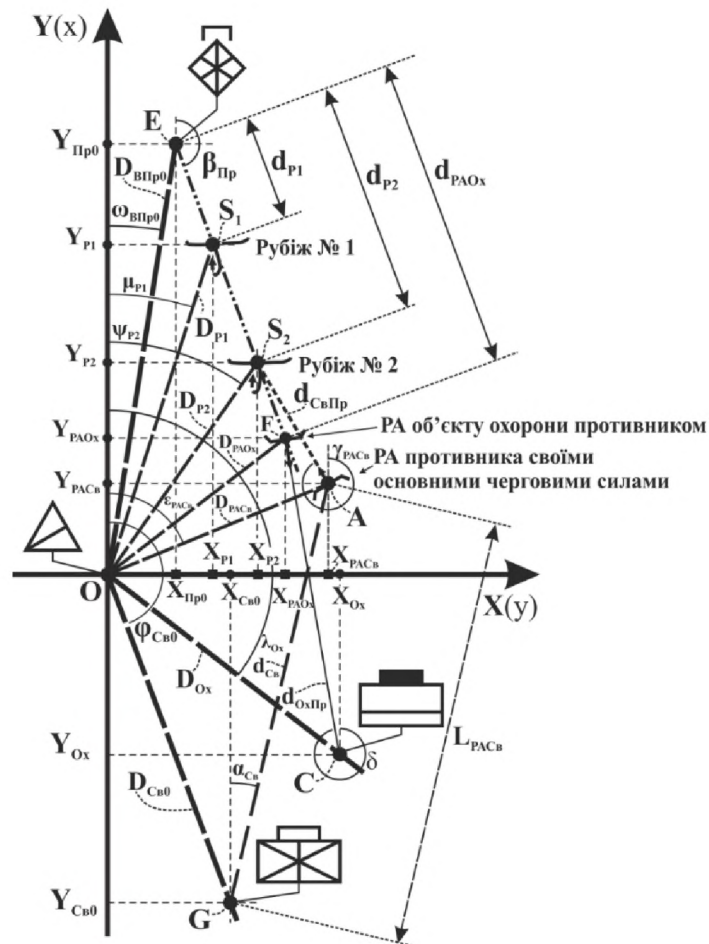


Рис. 3. Схема процесу розрахунку можливості протидії противнику основними (черговими) силами та силами спостережного поста підрозділу охорони.  
Джерело: розроблено авторами

- $C$  – місце знаходження об'єкта охорони;
- $A$  – рубіж атаки противника основними (черговими) силами підрозділу охорони;
- $S_2$  – місце можливого зупинення противника (рубіж № 2) основними (черговими) силами відносно спостережного поста підрозділу охорони;
- $\psi_{P2}$  – кут положення місця зупинення противника (рубіж № 2) основними (черговими) силами відносно спостережного поста підрозділу охорони;
- $\epsilon_{PACb}$  – кут положення позиції для атаки противника основними (черговими) силами відносно спостережного поста підрозділу охорони;
- $S_1$  – місце можливого зупинення противника (рубіж № 1) силами спостережного поста підрозділу охорони;
- $\psi_{P1}$  – кут положення місця зупинення противника (рубіж № 1) силами спостережного поста підрозділу охорони;
- $\gamma_{PACb}$  – кут атаки противника основними (черговими) силами підрозділу охорони;
- $d_{OxPr}$  – відстань, що може бути пройдена противником від місця його виявлення до можливого місця атаки об'єкта охорони противником;
- $d_{P2}$  – відстань, що може бути пройдена противником від місця виявлення до місця його можливого зупинення (рубіж № 2) своїми (черговими) силами підрозділу охорони;
- $d_{P1}$  – відстань, що може бути пройдена противником від місця виявлення до місця його можливого зупинення (рубіж № 1) силами спостережного поста підрозділу охорони;
- $d_{Cb}$  – відстань, що буде пройдена основними (черговими) силами підрозділу охорони відносно їхнього вихідного положення;
- $d_{Pr}$  – відстань, що буде пройдена противником відносно його вихідного положення;

$d_{\text{СвПр}}$  – відстань між основними (черговими) силами підрозділу охорони та противником;

$d_{\text{ОхПр}}$  – відстань між об'єктом охорони у та місцем імовірної атаки противника цього об'єкта.

Обов'язковими умовами атаки противника основними (черговими) силами та силами спостережного поста підрозділу охорони є:

– умова 1 – відстань між противником та основними (черговими) силами підрозділу охорони повинна бути менше або дорівнюватись дальності дії зброї  $i$ -го типу своїх сил:

$$d_{\text{СвПр}} \leq R_i^{\text{ЗрСв}}, i = 1, I; \quad (1)$$

– умова 2 – умова захисту об'єкта охорони – відстані між об'єктом захисту та противником повинна бути більше дальності дії зброї  $j$ -го типу противника:

$$d_{\text{ОхПр}} > R_j^{\text{ЗрПр}}, j = 1, J; \quad (2)$$

– умова 3 – відстань між противником та спостережним постом підрозділу охорони повинна бути менше або дорівнюватись дальності дії зброї  $i$ -го типу спостережного поста:

$$D_{\text{П1}} \leq R_i^{\text{ЗрСП}}, i = 1, I. \quad (3)$$

Відстань між противником та основними (черговими) силами підрозділу охорони визначається таким чином:

$$d_{\text{СвПр}} = \sqrt{(X_{\text{Св}} - X_{\text{Пр}})^2 + (Y_{\text{Св}} - Y_{\text{Пр}})^2}, \quad (4)$$

де  $X_{\text{Св}}, Y_{\text{Св}}$  – прямокутні координати поточного місцезнаходження основних (чергових) сил підрозділу охорони;

$X_{\text{Пр}}, Y_{\text{Пр}}$  – прямокутні координати поточного місцезнаходження противника.

Координати  $X_{\text{Св}}, Y_{\text{Св}}, X_{\text{Пр}}, Y_{\text{Пр}}$  визначаються за наступними формулами:

$$X_{\text{Св}} = D_{\text{Св0}} \cdot \sin(\varphi_{\text{Св0}}) + d_{\text{Св}} \cdot \sin(\alpha_{\text{Св}}); \quad (5)$$

$$Y_{\text{Св}} = D_{\text{Св0}} \cdot \cos(\varphi_{\text{Св0}}) + d_{\text{Св}} \cdot \cos(\alpha_{\text{Св}}); \quad (6)$$

$$X_{\text{Пр}} = D_{\text{ВПр0}} \cdot \sin(\omega_{\text{ВПр0}}) + d_{\text{Пр}} \cdot \sin(\beta_{\text{Пр}}); \quad (7)$$

$$Y_{\text{Пр}} = D_{\text{ВПр0}} \cdot \cos(\omega_{\text{ВПр0}}) + d_{\text{Пр}} \cdot \cos(\beta_{\text{Пр}}). \quad (8)$$

Прямокутні координати та дальність до місця атаки противником об'єкта охорони відносно спостережного поста визначається як:

$$\begin{aligned} X_{\text{РАОх}} &= X_{\text{Пр}} \\ Y_{\text{РАОх}} &= Y_{\text{Пр}} \end{aligned} \quad \left| \text{якщо } d_{\text{ОхПр}} \leq R_j^{\text{ЗрПр}}, \quad (9)$$

$$D_{\text{РАОх}} = \sqrt{X_{\text{РАОх}}^2 + Y_{\text{РАОх}}^2}. \quad (10)$$

Відстань між об'єктом захисту та імовірним рубежем атаки противником цього об'єкта визначається як:

$$d_{\text{ОхПр}} = \sqrt{(X_{\text{РАОх}} - X_{\text{Ох}})^2 + (Y_{\text{РАОх}} - Y_{\text{Ох}})^2}. \quad (11)$$

Відстань, що буде пройдена основними (черговими) силами підрозділу охорони та противником відносно їхніх вихідних положень, визначається наступним чином:

$$d_{CB} = V_{CB} \cdot (t - t_{затр}); \quad (12)$$

$$d_{Пр} = V_{Пр} \cdot t, \quad (13)$$

де  $t$  – поточний час;

$t_{затр}$  – час затримки, обумовлений моментом висування основних (чергових) сил підрозділу охорони з вихідного положення та часом їх розгортання на рубежі атаки.

Прямокутні координати та дальність до рубежу атаки противника основними (черговими) силами відносно спостережного поста підрозділу охорони визначаються як:

$$\begin{cases} X_{РАСВ} = X_{CB} \\ Y_{РАСВ} = Y_{CB} \end{cases} \left| \text{якщо } d_{CBПр} \leq R_i^{3pCB}, \quad (14)$$

$$D_{РАСВ} = \sqrt{X_{РАСВ}^2 + Y_{РАСВ}^2}. \quad (15)$$

Відстань до місця розгортання для проведення атаки та час, що необхідний для висування своїх основними чергових сил підрозділу охорони від їхнього вихідного положення, визначаються наступним чином:

$$L_{РАСВ} = \sqrt{(X_{CB0} - X_{РАСВ})^2 + (Y_{CB0} - Y_{РАСВ})^2}; \quad (16)$$

$$t_{РАСВ} = \frac{L_{РАСВ}}{V_{CB}}. \quad (17)$$

Необхідний напрямок руху основних (чергових) сил, а саме діапазон значень кута  $\Delta\alpha_{ACB}$  та мінімально необхідна швидкість їх руху  $V_{ACB}^{min}$  для проведення атаки противника, можуть бути визначені за допомогою наступної системи нерівностей (18):

$$\Delta\alpha_{ACB} = \{\alpha_{ACB}\} \leftarrow \alpha_{CB} \left\{ \begin{array}{l} \sqrt{(X_{CB} - X_{Пр})^2 + (Y_{CB} - Y_{Пр})^2} \leq R_i^{3pCB} \\ \sqrt{(X_{Пр} - X_{Ох})^2 + (Y_{Пр} - Y_{Ох})^2} > R_i^{3pПр} \end{array} \right. \quad (18)$$

Таким чином, згідно з (15)–(17) можливо визначити просторово-часові характеристики рубежу атаки  $D_{РАСВ}$ ,  $L_{РАСВ}$  та  $t_{РАСВ}$  противника основними (черговими) силами в заданих умовах (1) та (2), а за допомогою (18) визначити, при яких саме напрямках та мінімальній швидкості висування основних (чергових) сил, що дозволить визначити можливість проведення атаки противника основними (черговими) силами з метою забезпечення захисту об'єктів та стримування дій противника.

Також можливо визначити найбільш доцільне місцезнаходження основних (чергових) сил охорони для своєчасного здійснення атаки противника з метою захисту об'єкта, коли відомо декілька імовірних напрямків дій противника  $ES_1, ES_2$  (див. рис. 3).

Для виконання умови (2), а саме умови захисту об'єкта охорони, необхідно зупинити противника на відстані від об'єкта охорони, що не дозволить йому знищити (зруйнувати) цей об'єкт. Тобто не допустити вихід противника на рубіж атаки об'єкта охорони. Тому необхідно визначити імовірне місце зупинення противника (рубіж № 1) силами спостережного поста та імовірне місце зупинення противника (рубіж № 2) основними (черговими) силами підрозділу охорони.



Прямокутні координати та дальність до імовірного місця зупинення противника (рубіж № 1) силами спостережного поста підрозділу охорони визначається як:

$$\begin{cases} X_{P1} = X_{Пр} \\ Y_{P1} = Y_{Пр} \end{cases} \Big|_{\text{якщо}} \begin{cases} d_{ОхПр} \leq R_j^{3pПр} \\ D_{P1} \leq R_i^{3pСП} \end{cases}; \quad (19)$$

$$D_{P1} = \sqrt{X_{P1}^2 + Y_{P1}^2}. \quad (20)$$

Відстань від місця виявлення противника до місця імовірного зупинення противника (рубежу № 1) силами спостережного поста підрозділу охорони та час, за який противник буде знаходитись на імовірному місці зупинення, визначаються наступним чином:

$$d_{P1} = \sqrt{(X_{Пр0} - X_{P1})^2 + (Y_{Пр0} - Y_{P1})^2}; \quad (21)$$

$$t_{P1} = \frac{d_{P1}}{V_{Пр}}. \quad (22)$$

Прямокутні координати та дальність до місця імовірного зупинення противника (рубіж № 2) основними (черговими) силами відносно спостережного поста підрозділу охорони визначається як:

$$\begin{cases} X_{P2} = X_{Пр} \\ Y_{P2} = Y_{Пр} \end{cases} \Big|_{\text{якщо}} \begin{cases} d_{ОхПр} > R_j^{3pПр} \\ D_{P2} \leq R_i^{3pСв} \end{cases}; \quad (23)$$

$$D_{P2} = K\sqrt{X_{P2}^2 + Y_{P2}^2}, \quad (24)$$

де  $K$  – коефіцієнт, що враховує збільшення відстані залежно від умов руху.

Відстань від місця виявлення противника до імовірного місця імовірного зупинення противника (рубежу № 2) основними (черговими) силами та час, за який противник буде знаходитись на імовірному місці зупинення, визначаються наступним чином:

$$d_{P2} = K\sqrt{(X_{Пр0} - X_{P2})^2 + (Y_{Пр0} - Y_{P2})^2}; \quad (25)$$

$$t_{P2} = \frac{d_{P2}}{V_{Пр}}. \quad (26)$$

Затримка противника силами та засобами спостережного поста повинна забезпечувати зменшення швидкості просування противника (або тимчасове зупинення) і, як наслідок, зменшення часу виходу противника на імовірний рубіж атаки об'єкта охорони, який визначається таким чином:

$$t_{РАОх} = \frac{d_{РАОх}}{V_{Пр}}, \quad (27)$$

де  $d_{РАОх}$  – відстань від місця виявлення противника до місця імовірного рубежу атаки об'єкта охорони противником:

$$d_{РАОх} = \sqrt{(X_{Пр0} - X_{РАОх})^2 + (Y_{Пр0} - Y_{РАОх})^2}. \quad (28)$$

Тобто умова затримки противника силами та засобами спостережного поста має наступний вид:

$$t_{РАОх} > t_{i_{реак}}^{Св} \quad (29)$$

де  $t_{\text{реак}}^{\text{СВ}}$  – час реакції основних (чергових) сил підрозділу охорони з озброєнням  $i$ -го типу на дії противника.

Час реакції основних (чергових) сил залежить від: часу їх висування на рубіж атаки противника  $t_{\text{РАСВ}}$ , часу розгортання вогневого засобу  $i$ -го типу  $t_{\text{розг}}^{\text{СВ}}$  та його циклу бойової роботи  $t_{\text{ЦБР}}^{\text{СВ}}$  вогневого засобу:

$$t_{\text{реак}}^{\text{СВ}} = t_{\text{РАСВ}} + t_{\text{розг}}^{\text{СВ}} + t_{\text{ЦБР}}^{\text{СВ}}. \quad (30)$$

**Висновки.** Отримана модель ґрунтується на вирішенні просторово-часової задачі у вигляді алгоритму розрахункового процесу, а також, на відміну від існуючих, враховує сукупність факторів, які за досвідом російсько-української війни можуть суттєво впливати на виконання завдань охорони та оборони об'єктів, а саме: вогневі можливості спостережного поста та чергових сил; маневрені можливості основних (чергових) сил підрозділу охорони; взаємне розміщення противника відносно спостережного поста і об'єктів охорони, а також основних (чергових) сил підрозділу охорони.

Адекватність даної просторово-часової моделі забезпечується використанням в ході її розробки декількох методів досліджень (аналіз, експертних оцінок, таксономії), сукупності сталих математичних виразів, а також обмежень та припущень, які дозволяють отримувати результати розрахунків з достатньою для прийняття рішень точністю, а саме:

- дальність виявлення противника силами і засобами охорони, що приймається для розрахунків, повинна відповідати умовам спостереження у визначеній обстановці;

- швидкість руху противника, що приймається для розрахунків, визначається як середнє арифметичне від швидкостей руху на різних ділянках імовірного маршруту виходу до об'єкта охорони;

- швидкість руху чергових сил підрозділу охорони, що приймається для розрахунків, визначається як максимально можлива для маршруту зближення з противником;

- дальність дії зброї, що приймається для розрахунків, визначається за найбільшою прицільною дальністю;

- розташування, роль і місце спостережного поста.

Запропонована просторово-часова модель може бути використана для вирішення наступних основних задач в ході оцінювання обстановки під час планування охорони та оборони військових частин (об'єктів):

- визначати основні просторово-часові характеристики дій противника та елементів безпосередньої охорони;

- визначати можливість проведення атаки противника черговими силами;

- прогнозувати своєчасність дій елементів безпосередньої охорони.

Тобто, розроблена просторово-часова модель дає змогу для визначення можливості своєчасної протидії противнику силами і засобами спостережного поста підрозділу охорони.

Отже, мету даної слід вважати досягнутою.

**У подальшому** представлена просторово-часова модель визначення можливості своєчасної протидії противнику силами і засобами спостережного поста підрозділу охорони може бути удосконалена за рахунок інтеграції даних, що отримуються від геоінформаційних систем, та використана як можлива складова частина методики з визначення оптимального складу сил та засобів охорони та оборони у військових частинах та органах військового управління в ході завчасного планування. Тобто, на підставі використання більш точних оціночних даних місцевості, тактико-технічних характеристик сил та засобів спостережного поста та підрозділу охорони, характеристик розміщення об'єкта охорони, а також імовірних тактико-технічних характеристик сил та засобів противника, можливо буде визначати райони посиленої уваги, в межах яких визначати цілі особливої важливості. У межах цих районів, при

заданих вихідних даних та умовах, можуть визначатись рубежі, на яких противник імовірно буде зупинений (атакований, заблокований, придушений і т. ін.).

Також даний інструмент може бути впроваджений в навчальний процес з метою розвитку у тих, хто навчається, аналітично-прогностичних здібностей для прийняття обґрунтованих та своєчасних рішень з використанням засобів імітаційного моделювання.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. СТП 11.033.01.01.4.05-2014 (01). Охорона та оборона важливого об'єкта. Центр оперативних стандартів і методики підготовки Збройних Сил України. 2014. 98с.
2. Про затвердження Порядку організації охорони об'єктів державної авіації: наказ Міністерства оборони України від 21.03.2016 № 152.
3. Про затвердження Інструкції з організації охорони державних повітряних суден та аеродромів Повітряних Сил Збройних Сил України: наказ Командувача Повітряних Сил Збройних Сил України від 22.11.2019 № 176.
4. Про затвердження Інструкції з організації і несення патрульної служби в окремо розташованих підрозділах Повітряних Сил Збройних Сил України: наказ Командувача Повітряних Сил Збройних Сил України від 15.06.2006 № 185.
5. ВП 3-01(02-08, 22-34) 01. Організація і здійснення охорони та оборони, повсякденної діяльності військових частин (підрозділів) Збройних Сил України, які розташовані у базових таборах. Центр оперативних стандартів і методики підготовки Збройних Сил України. 2018. 98 с.
6. ВП 3-01(02-08, 22-34) 03.01. Методичні рекомендації з організації і здійснення охорони та оборони, повсякденної діяльності військових частин (підрозділів) Збройних Сил України, які розташовані у базових таборах (за досвідом проведення ООС (раніше АТО)). Центр оперативних стандартів і методики підготовки Збройних Сил України. 2018. 98 с.
7. Про затвердження Положення про сторожову охорону та Інструкції з організації та несення служби сторожовою охороною: наказ Міністерства оборони України від 25.10.2016 № 561.
8. Методичний посібник щодо організації та здійснення охорони та оборони, повсякденної діяльності військових частин (підрозділів) Збройних Сил України, які розташовані у базових таборах. Затверджено ТВО НГШ – Головнокомандувачем ЗС України, липень 2018 р. 61 с.
9. Охорона та оборона баз. Тактика, методи (прийоми) та процедури. Центр узагальнення досвіду Сухопутних військ США. Форт Левенворт КС 66027-1350. Управління військового співробітництва та миротворчих операцій Командування Сухопутних військ збройних Сил України. № 07–09, березень 2007 р. 69 с.
10. Таран І. А., Пугач В. В., Коцюба В. П. Імітаційна статистична модель процесу охорони периметра об'єкта // Системи озброєння і військова техніка. 2010. № 2 (22). С. 204–207.
11. Орлов М. М., Марущенко А. А. Методика обчислення сил охорони особливо важливих державних об'єктів // Системи озброєння і військова техніка. 28.09.2005. С. 58–65.
12. Городнов В. П., Репіло Ю. Є. Модель визначення чисельності особового складу, необхідного для вирішення завдань військовою частиною Національної гвардії України з охорони важливого державного об'єкта в особливий період // Честь і закон. 2019. № 2 (69). С. 4–9.
13. Городнов В. П., Репіло Ю. Є., Лазебник С. В. Методика розрахунку необхідної чисельності особового складу для виконання завдань з охорони важливого державного об'єкта в особливий період // Честь і закон. 2019. № 4 (71). С. 23–28.
14. Трембовецький О. Г., Гулеватий Д. Ю. Методика роботи штабу прикордонного загону щодо пошуку і ліквідації диверсійно-розвідувальних груп противника // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2018. № 4 (33). С. 119–127.
15. Телелим В. М., Шевчук В. В., Баргилевич А. В. Методичний підхід до визначення пріоритетності важливих об'єктів в зоні територіальної оборони, охорона та оборона яких покладається на формування територіальної оборони держави // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2020. № 4 (41). С. 37–43.
16. Застосування системи імітаційного моделювання «Follow Me»: навч.-метод. посіб. / Д. В. Антонов, А. М. Коваленко та ін. Х.: ХНУПС, 2021. 148 с.
17. Про затвердження Тимчасового порядку оформлення оперативних (бойових) документів: наказ Головнокомандувача Збройних Сил України від 11.09.2020 № 140.